

Derwent Class: L03; U11
 International Patent Class (Main): H01L-021/311; H05H-001/00
 International Patent Class (Additional): C23C-016/50
 File Segment: CPI; EPI
 Manual Codes (CPI/A-N): L04-C01B; L04-C07D
 Manual Codes (EPI/S-X): U11-C01B; U11-C03A
 Derwent Registry Numbers: 1671-U; 1738-U; 1779-U

Derwent (Dialog® File 351): (c) 2000 Derwent Info Ltd. All rights reserved.

7. 6/19/7

011850653 **Image available**

WPI Acc No: 1998-267563/199824

XRAM Acc No: C98-083688

XRPX Acc No: N98-210834

Substrate heating device, e.g., for semiconductor wafer arranged in vacuum deposition apparatus - has switch for selectively applying positive or negative acceleration voltage from bombardment power supply between substrate and screening electrode

Patent Assignee: SUKEGAWA ELEC (SUKE-N)

Number of Countries: 001 Number of Patents: 002

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 10088345	A	19980407	JP 96244536	A	19960917	199824 B
JP 2986742	B2	19991206	JP 96244536	A	19960917	200003

Priority Applications (No Type Date): JP 96244536 A 19960917

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
-----------	------	--------	----------	--------------

JP 10088345	A	7	C23C-014/50	
-------------	---	---	-------------	--

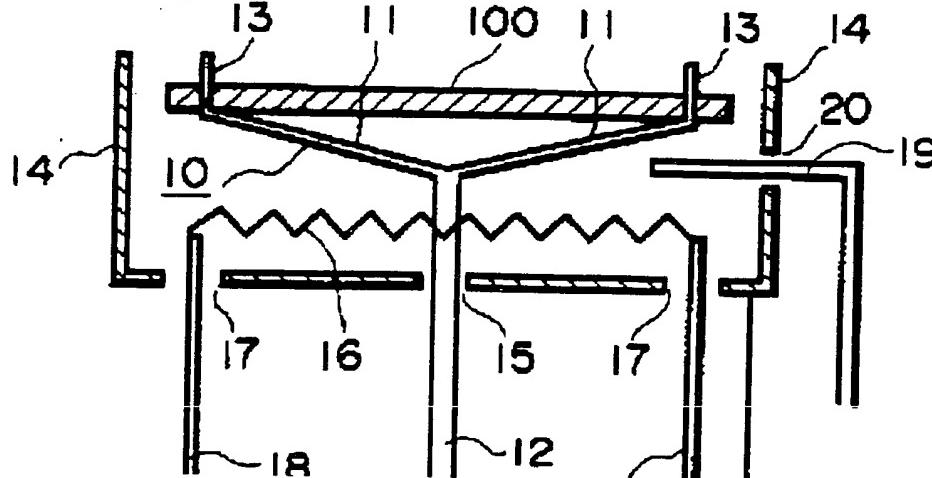
JP 2986742	B2	6	C23C-014/50	Previous Publ. patent JP 10088345
------------	----	---	-------------	-----------------------------------

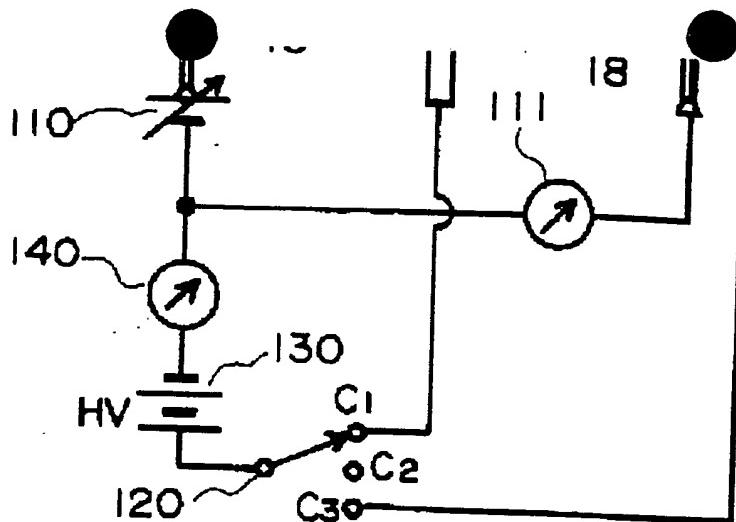
Abstract (Basic): JP 10088345 A

The device has a hot cathode element (16) arranged on the backside of the thin film deposition surface of a **substrate** (100) heated to a desired temperature. A power supply (110) supplies current to the hot cathode element for heating. A **bombardment** power supply (130) applies an acceleration voltage by supplying a positive voltage to the substrate and a negative voltage to the hot cathode element. The substrate and hot cathode element are surrounded by a screening electrode (14). A switch (120) is provided for selectively applying a positive or negative acceleration voltage inbetween the substrate and hot cathode element from the **bombardment** power supply.

ADVANTAGE - Heats substrate to desired temperature within short time. Inhibits reduction of degree of vacuum state.

Dwg.1/6





Title Terms: SUBSTRATE; HEAT; DEVICE; SEMICONDUCTOR ; WAFER; ARRANGE; VACUUM; DEPOSIT; APPARATUS; SWITCH; SELECT; APPLY; POSITIVE; NEGATIVE; ACCELERATE; VOLTAGE; BOMBARD ; POWER; SUPPLY; SUBSTRATE; SCREEN; ELECTRODE

Derwent Class: L03; U11

International Patent Class (Main): C23C-014/50

File Segment: CPI; EPI

Manual Codes (CPI/A-N): L04-D

Manual Codes (EPI/S-X): U11-C01A1; U11-C03A; U11-C09

Derwent (Dialog® File 351): (c) 2000 Derwent Info Ltd. All rights reserved.

6/19/8
8.

010726259 **Image available**

WPI Acc No: 1996-223214/199623

XRAM Acc No: C96-070847

XRPX Acc No: N96-187371

Method for planarising films on semiconductors - by ion bombardment during a reflow process carried out at low temps. with improved process control

Patent Assignee: APPLIED MATERIALS INC (MATE-N)

Inventor: RAAIJMAKERS I J

Number of Countries: 011 Number of Patents: 003

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
EP 707339	A2	19960417	EP 95116135	A	19951012	199623 B
JP 8213322	A	19960820	JP 95264377	A	19951012	199643
EP 707339	A3	19971008	EP 95116135	A	19951012	199813

Priority Applications (No Type Date): US 94322095 A 19941012

Cited Patents: EP 544648; EP 600423

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
EP 707339	A2	E 11	H01L-021/321	

Designated States (Regional): BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE

JP 8213322 A 8 H01L-021/203

EP 707339 A3 H01L-021/321

Abstract (Basic): EP 707339 A

(I) Method of forming a planarised layer by; a) Depositing a layer of material onto a substrate. b) Bombarding the layer with ions. c) Heating the substrate to a temperature at which reflow of the deposited material occurs. (II) Also claimed is an apparatus for carrying out the method by plasma process.

USE - Fabrication of integrated circuits.

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-88345

(43) 公開日 平成10年(1998)4月7日

(51) Int CL⁶

C 23 C 14/50

識別記号

F 1

C 23 C 14/50

E

審査請求 有 請求項の数 6 O.L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-244536

(22) 出願日 平成8年(1996)9月17日

(71) 出願人 000183945

助川電気工業株式会社

茨城県日立市滑川本町3丁目19番5号

(72) 発明者 渡辺 文夫

茨城県日立市滑川本町三丁目19番5号 助
川電気工業株式会社内

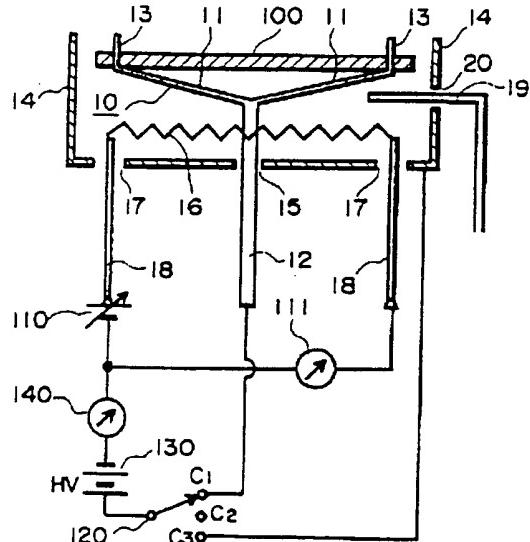
(74) 代理人 弁理士 北條 和由

(54) 【発明の名称】 真空内基板加熱装置

(57) 【要約】

【課題】 大きな加熱電力を必要とせず、比較的短時間で基板の所望温度までの加熱が可能であり、温度設定の応答性や温度分布も良好で、しかも基板100の周囲の温度上昇によるガス放出に伴う真空度の低下等を招き難くする。

【解決手段】 真空内基板加熱装置は、前記基板100の蒸着面の裏面側に配置された熱陰極フィラメント16と、この熱陰極フィラメントへ16に加熱電流を供給するフィラメント加熱電源110と、前記基板100と前記熱陰極フィラメント16とにそれぞれが正電位と負電位となるよう加速電圧を印加するポンバート電源130とを備える。基板100及び熱陰極フィラメント16は、シールド電極14により囲まれている。前記ポンバート電源130により前記基板100と前記熱陰極フィラメント16との間に加速電圧を印加する回路にスイッチ120が設けられ、このスイッチ120により、前記ポンバート電源130による加速電圧の正電位側を、前記基板100と前記シールド電極14とに選択的に切り替えることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 原子または分子を表面上に凝着させて薄膜を形成する基板(100)を真空チャンバー(1)の内部に配置して所望の温度に加熱する基板加熱装置であって、前記基板(100)の蒸着面の裏面側に配置された熱陰極フィラメント(16)と、この熱陰極フィラメント(16)に加熱電流を供給するフィラメント加熱電源(110)と、前記基板(100)と前記熱陰極フィラメント(16)とにそれぞれが正電位と負電位となるよう加速電圧を印加するポンバート電源(130)と、この加速電圧を印加し、またはその印加を停止する切替手段とを備えたことを特徴とする真空内基板加熱装置。

【請求項2】 前記基板(100)が針金状の導電部材からなる基板ホルダー(10)に保持され、この基板ホルダー(10)を介してポンバート電源(130)から基板(100)に加速電圧が印加されることを特徴とする請求項1に記載の真空内基板加熱装置。

【請求項3】 基板(100)及び熱陰極フィラメント(16)は、シールド電極(14)により囲まれていることを特徴とする請求項1または2に記載の真空内基板加熱装置。

【請求項4】 前記基板(100)と前記熱陰極フィラメント(16)との間に、前記基板の加熱温度を検出する測温手段を設けたことを特徴とする請求項1～3の何れかに記載の真空内基板加熱装置。

【請求項5】 前記切替手段が、前記ポンバート電源(130)により前記基板(100)と前記熱陰極フィラメント(16)との間に加速電圧を印加する回路に設けられたスイッチ(120)であることを特徴とする請求項1～4の何れかに記載の真空内基板加熱装置。

【請求項6】 前記切替手段が、前記ポンバート電源(130)による加速電圧の正電位側を、前記基板(100)と前記シールド電極(14)とに選択的に切り替えるスイッチ(120)であることを特徴とする請求項3～5の何れかに記載の真空内基板加熱装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、真空蒸着装置等において、真空チャンバー内部に配置された半導体ウエハ等の基板を所望の温度に加熱する真空内基板加熱装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 例えば真空蒸着装置は、真空チャンバー内部に配置された蒸発材料を加熱して溶融蒸発または昇華させ、これにより発生した原子または分子線を真空チャンバー内部に配置された半導体ウエハなどの基板上に被着させることにより、基板表面に薄膜を形成するものである。ここで、良質な薄膜を成長させるための最も重要なファクターは、真空チャンバー内部に配置された基板の加熱温度、すなわち、基板温度の制御である。例え

ば、シリコンの単結晶基板上に他の物質を蒸着してエピタキシャル成長を行う場合、最初に真空中で基板を1000～1300°Cの高温に加熱し、シリコン表面の酸化膜である二酸化硅素を分解昇華させて結晶表面を露出させる前処理が必要である。その後、基板の加熱温度が500～600°Cまで降下されてエピタキシャル成長が行なわれる。

【0003】 ところで、従来における真空チャンバー内部での基板の加熱は、モリブデン製の金属ブロックからなる基板ホルダーにシリコン基板を強固に固定し、このシリコン基板の裏側にタンタル箔や導電性セラミック製の通電加熱ヒータを配置し、このヒータによる抵抗加熱により基板を所望の温度に加熱することが行われていた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前記従来の真空チャンバー内部における基板の加熱手段では、加熱するシリコン基板は、通電により前記加熱ヒータから発せられる温度1000～1500°C程度の赤外線に対する吸収率が小さいため、その昇温が難しい。このため、前述のように、金属ブロックからなる基板ホルダー全体を昇温し、この基板ホルダーからの熱伝導によって所望の加熱温度を得ていた。ところが、前記のような高温に加熱するためには、大きな加熱電力を必要とし、しかも所望の温度に加熱して昇温するまでに長時間を要する。加えて、このような従来の加熱方法では、温度設定の応答性や温度分布も悪く、さらに基板周辺部分の温度上昇によるガスの放出が伴うので、真空度の低下を招くなどの問題点が指摘されていた。

【0005】 そこで、本発明は、前記のような従来技術における問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、大きな加熱電力を必要とせず、比較的短時間で基板の所望温度までの加熱が可能であり、温度設定の応答性や温度分布も良好で、しかも基板周囲の温度上昇によるガス放出に伴う真空度の低下等を招き難い真空内基板加熱装置を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明では、前記の目的を達成するため、基板100を加熱する手段として、熱陰極フィラメント16の抵抗加熱により、放射赤外線を利用して基板100を加熱する手段と、熱陰極フィラメント16から発生する熱電子を基板100に衝突させて、その衝突により加熱する電子衝撃加熱手段とを併用し、これらを切り替えて使用できるようにした。これにより、基板100を1000～1300°Cの高温域と、500～600°Cの比較的低い温度域の双方に安定して、且つ速やかに加熱できるようにした。さらに、前記熱陰極フィラメント16から発生する熱電子を基板100を囲むシールド電極14に衝突させることができるようにし、その衝突によりシールド電極14を加熱して高

温でベーキングできるようにし、それに吸着されているガス分子を速やかに放出できるようにした。

【0007】すなわち、本発明による真空中基板加熱装置は、前記基板100の蒸着面の裏面側に配置された熱陰極フィラメント16と、この熱陰極フィラメント16に加熱電流を供給するフィラメント加熱電源110と、前記基板100と前記熱陰極フィラメント16とにそれが正電位と負電位となるよう加速電圧を印加するポンパート電源130と、この加速電圧を印加し、またはその印加を停止する切替手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0008】このような真空中基板加熱装置では、フィラメント加熱電源110から熱陰極線フィラメント16に加熱電流を供給し、抵抗加熱することで、その放射赤外線により基板100を加熱できる。他方、切替手段による切替により、ポンパート電源130で前記基板100と前記熱陰極フィラメント16とにそれが正電位と負電位となるよう加速電圧を印加することができる。この状態では、熱陰極フィラメント16から発生する熱電子を加速して基板100の衝突させ、同基板100を電子衝撲により加熱することもできる。前者では、基板100を500~600°Cの比較的低い温度域に安定して加熱することができる一方、後者では、基板100を1000~1300°Cの高温域に速やかに加熱できる。

【0009】この場合、前記基板100を針金状の導電部材からなる基板ホルダー10に保持し、この基板ホルダー10を介して前記ポンパート電源130から基板100に加速電圧を印加する。このような基板ホルダー10の熱容量は小さいので、その熱的な影響を殆ど無視し得る程度とすることができます。また、前記の基板100の加熱温度は、前記基板100と前記熱陰極フィラメント16との間に、前記基板の加熱温度を検出する手段、例えば熱電対19を設けることにより測定できる。

【0010】さらに、基板100及び熱陰極フィラメント16を、シールド電極14により囲むことで、衝撲電子が周囲の部分に及ぼず、周囲の電子衝撲が防止できる。前記切替手段としては、前記ポンパート電源130により前記基板100と前記熱陰極フィラメント16との間に加速電圧を印加する回路に設けられたスイッチ120が使用できる。そして、このスイッチ120等の切替手段により、前記ポンパート電源130による加速電圧の正電位側を、前記基板100と前記シールド電極14とに選択的に切り替えることができるようになると、基板100の加熱だけでなく、シールド電極14に電子を衝突させて加熱することにより、そのベーキングを行うことができる。これにより、シールド電極14に吸着されたガス分子を予め放出し、基板100の高温加熱時のシールド電極14からのガス放出を防止することができる。

【0011】

【発明の実施の形態】次に、図面を参照しながら、本発明の実施の形態について、具体的且つ詳細に説明する。まず、図4に真空中基板加熱装置が示されている。この図は、蒸発材料を加熱によって溶融蒸発または昇華させて、真空チャンバー内部に配置された半導体ウエハなどの基板100上に凝着させることにより薄膜を形成する、いわゆる、成膜装置の一部が示されている。この成膜装置では、真空チャンバー1の内部に、蒸発材料を加熱して溶融蒸発または昇華させて原子または分子線（ここでは、FeSi₂（鉄シリサイド分子）を形成する蒸発源2と、その下方に配置された基板加熱装置3とを備えている。

【0012】図1に本発明の一の実施の形態である真空中基板加熱装置が示されている。この図示の基板加熱装置には、基板ホルダー10が備えられており、この基板ホルダーは、例えば直径0.8mmの針金状のタンタル線からなる4本のアーム11、11…を、それらの中央部に配置した直径1.2mmの同じくタンタル製の中央支持棒12の上端に溶接して構成されている。また、これら4本のタンタル線からなるアーム11は、それぞれその先端に「U」あるいは「V」字状のガイド部13、13…が形成され、全体としてアルファベットの「Y」字形状となっている。図2は、前記ガイド部13、13…により、例えば2cm×2cm角のシリコンウエハからなる基板100を支持している状態を示している。この図から明らかなように、この基板100は、蒸着面を上方に向けて、その四方角部を前記基板ホルダー10のガイド部13、13…により下方から4点支持される。なお、この基板100の形状は、前記の角状に限定されることなく、これを例えば円盤状であってもよく、その場合は、例えば図3に示すように、前記のアーム11を3本を中央支持棒12の上端に等角度で溶接し、L型アームの3点支持の構造とすることも可能である。

【0013】前記の基板ホルダー10の周囲と下方は、上方を開口したタンタル製のボックス形のシールド電極14に囲まれ、基板ホルダー10の中心から下に延びる中央支持棒12が、前記シールド電極14の底壁中央の貫通孔15を貫通している。さらに、このボックス形のシールド電極14の底壁と基板ホルダー10との間に基板加熱用の熱陰極フィラメント16が配置されている。この熱陰極フィラメント16は、例えば、直径0.3mm、長さ約80mmのタンゲステン線からなり、図2に一点鎖線で示すように、線間約4mmで配設されている。図1に示すように、この熱陰極フィラメント16は、前記ボックス形のシールド電極14の底壁に設けられた貫通孔17、17を貫通して植設された電極棒18、18を介して装置の外部に設けられたフィラメント加熱電源110から加熱用電流が供給される。この加熱用電流の電流値は、フィラメント加熱電源回路の電流計111により測定される。また、この熱陰極フィ

ラメント16の周囲を取り囲むように設けられた前記ボックス形のシールド電極14により、熱陰極フィラメント16から放射される熱電子や赤外線の真空チャンバーの他の部分への放散が防止される。

【0014】前記基板ホルダー10と前記シールド電極14との間に、温度測定手段としてシース形の熱電対19の測温接点側が配置されており、これにより基板100の裏面側の温度計測が行われる。この熱電対19の測温接点側を前記ボックス形のシールド電極14の内部の空間に配置するため、このシールド電極14の側壁にも貫通孔20が設けられ、この貫通孔20を通して熱電対19の測温接点側がシールド電極14内に挿入されている。そして、これら基板ホルダー10、熱陰極フィラメント16、シールド電極14、及び熱電対19は、それぞれ互いに電気的に独立している。

【0015】図1に示すように、例えば直流電源電圧HV=600V程度のポンバート電源130が備えられており、このポンバート電源130の負側の電極は、熱陰極フィラメント16に接続されている。また、ポンバート電源130の正側の電極は、スイッチ120の切り替えにより、同スイッチ120を介して選択的に基板ホルダー10、シールド電極14或いは浮遊電極の何れかに接続される。図1において、接点C₁、C₂、C₃はスイッチ120の3つの接点であり、スイッチ120が接点C₁に切り替わると、ポンバート電源130の正の電極が基板ホルダー10に接続される。他方、スイッチ120が接点C₃に切り替わると、ポンバート電源130の正の電極がシールド電極14に接続される。このとき、基板100及びシールド電極14に流れる電子衝撃電流値は、電流計140により測定される。また、スイッチ120が接点C₂に切り替わると、ポンバート電源130の正の電極が何にも接続されない中立した浮遊状態となる。

【0016】続いて、前記に詳細に説明した基板加熱装置の動作について、以下に詳細に説明する。まず、前記スイッチ120を接続点C₃に切り替え、シールド電極14が正電位に、熱陰極フィラメント16が負電位になるよう、それらの間にポンバート電源130による加速電圧を印加する。同時に、加熱電源であるフィラメント加熱電源110から熱陰極フィラメント16に電流を流して赤熱させ、熱電子を放出する。この熱電子は、前記加速電圧により加速され、正電位に印加されたシールド電極14に衝突するので、シールド電極14が高温に加熱され、それに吸着されたガス分子が放出される。

【0017】この操作により、シールド電極14をベーキングし、十分にガスの放出を行った後、前記スイッチ120を接続点C₁に切り替える。すると、基板100が正電位に、熱陰極フィラメント16が負電位になるよう、それらの間にポンバート電源130によると加速電圧が印加される。この状態で、フィラメント加熱電源110

から熱陰極フィラメント16に電流を流して赤熱させたままの状態とし、熱電子を放出する。この熱電子は、前記加速電圧により加速され、正電位に印加された基板100に衝突し、基板100の加熱が行われる。

【0018】例え、この時の電子衝撃エミッション電流と基板100の加熱温度との関係の一例を図5のグラフに示す。このグラフから明らかのように、エミッション電流を120mA程度とすることにより、基板100を1000~1300°Cの高温域に速やかに加熱することができ、シリコンウエハ等の基板100のベーキングや、シリコン表面の酸化膜である二酸化珪素を分解昇華させて結晶表面を露出させる前処理が容易に行える。

【0019】次にこのような基板100のベーキングや前処理を行った後、前記スイッチ120を接続点C₂に切り替える。すると、基板100やシールド電極14と熱陰極フィラメント16との間にポンバート電源からの加速電圧が印加されないので、熱陰極フィラメント16の抵抗発熱による放射赤外線のみで基板100が加熱される。従って、その時の基板100の加熱温度は、加熱電流のコントロールだけでコントロールすることができる。例え、この時のフィラメント電流と基板温度との関係の一例を、図6のグラフに示す。このグラフから明らかのように、フィラメント電流を3~4A程度とすることにより、基板温度を500~600°Cとすることができる、この状態でエピタキシャル成長を行なうことができる。

【0020】前記図5及び図6のグラフから明らかのように、前記のような基板加熱装置では、基板温度が電子衝撃エミッション電流やフィラメント電流に対して直線的に変化している。従って、図1に示した電流計111、140により電子衝撃エミッション電流やフィラメント電流を測定しながら、これら電子衝撃エミッション電流やフィラメント電流の電流値を制御することにより、基板温度を正確に制御することが可能になることが分かる。

【0021】例え、図6のグラフに示すように、基板に単結晶シリコンを用いる場合の蒸着時の基板温度は、通常、100~700°Cに置かれることから、フィラメント電流を制御することにより、基板100の基板温度を高精度にコントロールできる。これは、熱陰極フィラメント16を構成するタンゲステンフィラメントが、電子放射の起こる2000°C以上に加熱して用いるため、フィラメントからの赤外放射の色温度が高く、この赤外線が基板100に吸収されやすくなつたためであり、これにより、あまり大きな加熱電力を必要とせず、比較的短時間で基板の所望温度までの加熱が可能となる、因みに、従来は、大形のヒーターが埋め込まれた基板ホルダーに基板を密着させ、両方を略同温度で加熱するため、色温度が低く、基板には赤外線が吸収されず、伝導加熱に依存していた。

【0022】また、前記の真空中基板加熱装置の例では、基板ホルダー10が針金状の導電部材により製作されていることから、その熱容量が小さい。しかも、この基板ホルダー10は基板100の裏側に配置されることから、基板温度よりも高い温度となっている。そのため、基板ホルダー10が基板100に対しても点接触しており、この基板ホルダー10を介して失われる熱は無視することができる。従って、上述の加熱電力の低減や加熱時間の短縮に加え、温度設定の応答性を良好にすることができる。さらに、前記のシールド電極14は熱陰極フィラメント16からの輻射熱によりかなりの高温になるが、このシールド電極14は、前記にも述べたように、電子衝撃によ加熱して予めガス出しが行える。このため、高温に加熱されてもガスの放出により真空中の低下を招くことなく、基板温度と略同温度になる。このことからも、基板100の冷却は、図1の上方への輻射による冷却だけとなり、基板100の温度の均一性も非常に良好に保たれる。

【0023】特に、前記の本発明の基板加熱装置を、前記図4に示したように、蒸発源2から蒸発材料の分子を下方へ蒸発させる成膜装置に採用した場合、その加熱電力は最小となり、基板(円形のウェハーを含む)の出し入れ作業も容易である。因みに、上述の基板加熱装置を室温排気の真空装置に取り付けて試験したところ、フィラメント点灯による基板加熱(600°C)時の真空中の悪化は、例えば、 1×10^{-6} Paの真空中度が 3×10^{-9} Paの真空中度になる程度の、極めて小さいものであった。なお、本発明は図の実施例に限ったものではなく、従来方法のように蒸発源を下方に、基板加熱装置を上方に配置される方法にも適用されることを言うまでもない。

【0024】

【発明の効果】以上の詳細な説明からも明らかなように、本発明によれば、基板100の加熱に当たり、電子衝撃による加熱と抵抗加熱とを随時選択的に使用することが可能のことにより、高温加熱と比較的低温での加熱

が容易に行える。特に高温加熱時には、大きな加熱電力を必要とせず、比較的短時間で基板の所望温度までの加熱が可能で、温度設定の応答性や温度分布も良好である。さらに、基板周辺部分の温度上昇によるガス放出に伴う真空中度の低下なども生じ難くなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一の実施の形態である真空中基板加熱装置の電気回路を含む構造を示す構成図である。

【図2】前記基板加熱装置の一部を基板装着状態で上方から見た上面図である。

【図3】前記基板加熱装置を構成する基板ホルダーの変形例を示す上面図である。

【図4】本発明の真空中基板加熱装置を内部に備えた一例を示す成膜装置の側面図である。

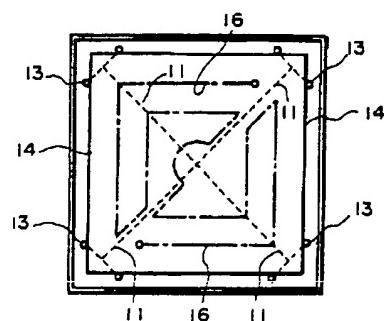
【図5】前記基板加熱装置において基板を電子衝撃により加熱する際の衝撃電子電流値と基板温度との関係を示すグラフである。

【図6】前記基板加熱装置において基板を熱輻射だけで加熱する際のフィラメント加熱電流と基板温度との関係を示すグラフである。

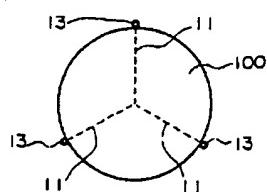
【符号の説明】

- 1 真空チャンバー
- 2 蒸発源
- 3 基板加熱装置
- 10 基板ホルダー
- 11 アーム
- 12 中央支持棒
- 13 ガイド部
- 14 シールド電極
- 16 热陰極フィラメント
- 19 热電対
- 100 基板
- 110 フィラメント加熱電源
- 120 スイッチ
- 130 ボンバート電源

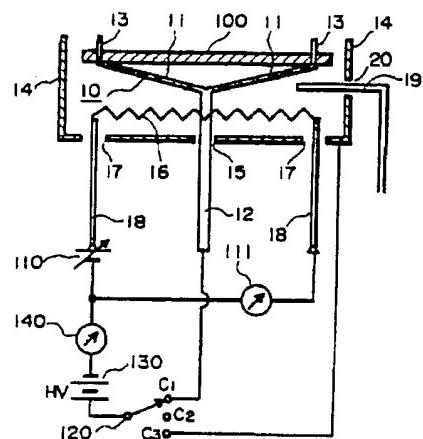
【図2】



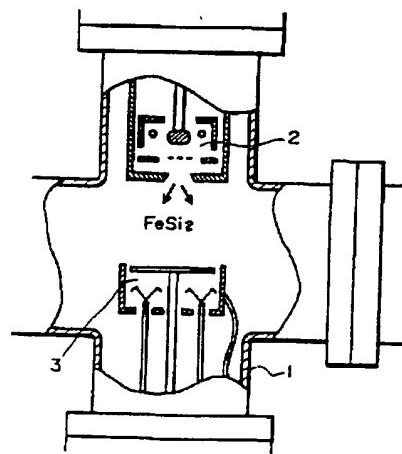
【図3】



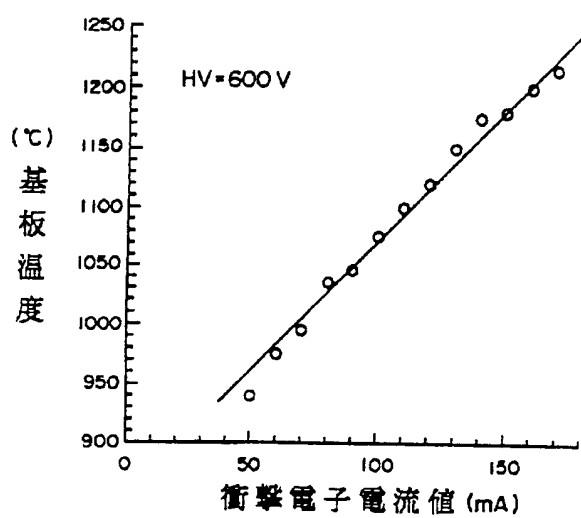
【図1】



【図4】



【図5】



【図6】

